

УДК 629.016.003.13

DOI: <https://doi.org/10.18664/1994-7852.139.2013.86899>

*Доктори техн. наук Ю.Є. Калабухін,  
І.Э. Мартинов,  
асп. О.В. Рудковський*

*Doct. of techn. sciences Yu.Ye. Kalabuhin,  
doct. of techn. sciences I.E. Martynov,  
postgraduate O.V. Rudkovskiy*

## РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ ЕФЕКТИВНОСТІ МОДЕРНІЗАЦІЇ БУКСОВИХ ВУЗЛІВ ЕЛЕКТРОПОЇЗДІВ

### INVESTIGATION EFFICIENCY MODERNIZATION AXLE UNIT ELECTRIC TRAINS

**Актуальність теми.** Буксові вузли вагонів є одними з найбільш відповідальних елементів рухомого складу. На рухомому складі встановлюються роликові підшипники, тобто підшипники кочення, які мають значно менший коефіцієнт тертя, ніж підшипники ковзання.

Однією з найважливіших характеристик буксових підшипників є момент тертя.

Опір обертанню роликових підшипників також залежить від багатьох факторів – конструкції підшипника і його геометричних розмірів, матеріалу підшипника і обробки його робочих поверхонь, навантаження, швидкості обертання, кількості мастила та його властивостей (в'язкості, пластичності). Зменшення моменту тертя в підшипниках сприяє зменшенню витрат палива і електроенергії на тягу поїздів.

**Огляд досліджень.** Питанням модернізації буксових вузлів вагонів

присвячено значну кількість робіт [1, 2]. Але майже всі вони присвячені проблемам підвищення працездатності буксових вузлів з роликовими підшипниками. Лише в статті [3] розглядаються питання визначення опору руху при переведенні рухомого складу на роликові підшипники. Економічна доцільність впровадження роликових підшипників з урахуванням зменшення опору руху розглядається в роботі [5].

**Мета статті.** Виходячи з проведених розрахунків визначити доцільність впровадження буксових вузлів нового покоління на електропоїздах.

**Основний текст статті.** Економічний ефект заходу науково-технічного прогресу (НТП) за розрахунковий період визначається за формулою

$$E_T = P_T - Z_T, \quad (1)$$

де  $P_T$  – вартісна оцінка результатів використання заходу науково-технічного прогресу (НТП) за розрахунковий період, грн;

$Z_T$  – вартісна оцінка витрат на здійснення заходу НТП за розрахунковий період, грн.

За базовий варіант заходу НТП було прийнято використання електропоїзда з існуючими буксовими вузлами, а за новий

варіант – з буксовими вузлами нового покоління.

Припускаючи, що оснащення вагонів електропоїзда буксовими вузлами нового покоління не позначиться на прибутковій частині економічного ефекту, передбачуване збільшення економічного ефекту за рахунок економії витратної частини за розрахунковий період визначається за формулою

$$\begin{aligned} \Delta E_T &= \sum_{t=t_n}^{t=t_k} (K_t^b + I_t^b - L_t^b) \cdot \alpha_t - \sum_{t=t_n}^{t=t_k} (K_t^H + I_t^H - L_t^H) \cdot \alpha_t = \\ &= \sum_{t=t_n}^{t=t_k} [(I_t^b - I_t^H) - (K_t^H - K_t^b) + (L_t^H - L_t^b)] \cdot \alpha_t = \\ &= \sum_{t=t_n}^{t=t_k} (\Delta I_t - \Delta K_t + \Delta L_t) \cdot \alpha_t \end{aligned} \quad (2)$$

де  $K_t^b$ ,  $K_t^H$  – капітальні вкладення в році  $t$  розрахункового періоду відповідно за базовим і новим варіантом буксових вузлів, грн;

$I_t^b$ ,  $I_t^H$  – річні поточні витрати в році  $t$  розрахункового періоду при використанні відповідно, базового та нового варіанта буксового вузла, грн;

$L_t^b$ ,  $L_t^H$  – залишкова вартість основних фондів, що вибувають у році  $t$  розрахункового періоду відповідно за базовим і новим варіантом буксових вузлів, грн;

$\alpha_t$  – коефіцієнт дисконтування;

$t_n$ ,  $t_k$  – початковий і кінцевий рік розрахункового періоду.

Таким чином, вирішення поставленого завдання зведено до визначення:

– додаткових капітальних вкладень для здійснення заходу щодо застосування буксових вузлів нового покоління  $\Delta K_t$ ;

– економії річних поточних витрат, яка зумовлена застосуванням буксових вузлів нового покоління  $\Delta I_t$ .

У зв'язку з тим що дані розрахунки передбачають оцінку економічного ефекту від використання нового варіанта буксових вузлів в умовах експлуатації, додаткові капітальні вкладення будуть обумовлені витратами на обладнання ними електропоїздів, а зменшення річних поточних витрат – економією річних експлуатаційних витрат.

Витрати на обладнання електропоїздів буксовими вузлами нового покоління визначаються:

– програмою обладнання за роками розрахункового періоду;

– витратами на придбання буксових вузлів;

– вартістю робіт з обладнання одного електропоїзда буксовими вузлами.

Економія річних експлуатаційних витрат обумовлена:

– зменшенням витрат на електроенергію для тяги електропоїздів за рахунок зменшення опору руху потяга;

– зменшенням витрат на ремонт та обслуговування буксових вузлів за рахунок підвищення надійності їх роботи.

Для виконання розрахунків були прийняті такі припущення:

– модернізація електропоїздів за рахунок використання буксових вузлів нового покоління виконується під час проведення капітального ремонту;

– розглядається модернізація електропоїздів змінного струму серії ЕР9п;

– для виконання тягових розрахунків з метою отримання питомих витрат електроенергії для тяги за базовим і новим варіантами електропоїздів застосовується профіль ділянки Полтава-Київська – Гребінка – Полтава-Київська загальною відстанню по обороту 377,8 км;

– розрахунковий період використання заходу складає 16 років.

Застосування буксових вузлів нового покоління дозволяє зменшити опір руху поїздів завдяки зменшенню коефіцієнта тертя між шийкою осі та підшипником буксового вузла в межах 7-15%. Ця обставина обумовлює скорочення витрат електроенергії на тягу електропоїздів, що дозволяє зменшити експлуатаційні витрати залізничного транспорту на енергоспоживання. Для визначення залежності скорочення витрат електроенергії на тягу електропоїздів від зменшення коефіцієнта тертя між шийкою осі та підшипником буксового вузла було виконано тягові розрахунки [9, 10], результати яких наведено у табл. 1.

Таблиця 1

Результати тягових розрахунків при застосуванні електропоїзда ЕР9п з альтернативними варіантами буксових вузлів за оборот

Показник	Значення показника за варіантом буксового вузла					
	базовий	нового покоління				
Відсоток зменшення коефіцієнта тертя між шийкою осі та підшипником буксового вузла, %	-	5	7,5	10	12,5	15
Маса електропоїзда, т брутто	524	524	524	524	524	524
Напрямок руху	Полтава (Київська) – Гребінка					
Технічна швидкість за графіком руху, км/год	61,6	61,6	61,6	61,6	61,6	61,6
Питома витрата електроенергії на тягу, кВт·год/10 <sup>4</sup> ткм брутто	222,70	222,24	222,05	221,85	221,62	221,40
Витрата електроенергії на тягу, кВт·год	2204,4	2199,8	2198,0	2196,0	2193,7	2191,5
Напрямок руху	Гребінка – Полтава (Київська)					
Технічна швидкість за графіком руху, км/год	52,72	52,72	52,72	52,72	52,72	52,72
Питома витрата електроенергії на тягу, кВт·год/10 <sup>4</sup> ткм брутто	197,60	197,10	196,98	196,80	196,60	196,40
Витрата електроенергії на тягу, кВт·год	1955,9	1951	1949,8	1948	1946,04	1944,1

Результати розрахунку економії річних експлуатаційних витрат на електроенергію для тяги електропоїзда за рахунок зменшення опору руху потяга залежно від зменшення коефіцієнта тертя поміж шийкою осі та підшипником буксового вузла наведено у табл. 2.

Результати розрахунку середньорічної економії експлуатаційних витрат на ремонт та обслуговування буксових вузлів електропоїзда за рахунок підвищення надійності їх роботи наведено у табл. 3.

Таблиця 2

Результати розрахунку економії річних експлуатаційних витрат на електроенергію для роботи електропоїзда на ділянці за рік (маса електропоїзда 524 т), грн

Економія експлуатаційних витрат на електроенергію	Відсоток зменшення коефіцієнта тертя поміж шийкою осі та підшипником буксового вузла, %				
	5	7,5	10	12,5	15
за оборот електропоїзда	8,27	10,94	14,21	17,91	21,53
у рік введення електропоїзда ПР-2	4082,59	5400,93	7016,95	8845,61	10631,75
у рік введення електропоїзда ПР-3	4060,93	5372,27	6979,72	8798,68	10575,34
у рік введення електропоїзда КР-1	3990,66	5279,31	6858,95	8646,43	10392,34
у рік введення електропоїзда КР-2	3933,95	5204,28	6761,47	8523,55	10244,65

Таблиця 3

Результати розрахунку економії середньорічних експлуатаційних витрат на ремонт та обслуговування буксових вузлів електропоїзда

Показник	Значення
Середньорічні поточні витрати на повну ревізію базових буксових вузлів електропоїзда, грн	51720
Середньорічні поточні витрати на проміжну ревізію базових буксових вузлів електропоїзда, грн	6554,4
Середньорічні сумарні поточні витрати на повну та проміжну ревізію базових буксових вузлів електропоїзда, грн	58274,4
Середньорічні поточні витрати на повну ревізію буксових вузлів нового покоління, грн	6495,0
Середньорічна економія експлуатаційних витрат на ремонт та обслуговування буксових вузлів електропоїзда, грн	51779,4

Економічний ефект від впровадження буксових вузлів нового покоління на електропоїзді серії ЕР9п за роками розрахункового періоду при зменшенні коефіцієнта тертя поміж шийкою осі та

підшипником буксового вузла на 5, 10 та 15% наведено на рис. 1.

Залежність економічного ефекту за розрахунковий період від впровадження буксових вузлів нового покоління на

електропоїзді серії ЕР9п від відсотка зменшення коефіцієнта тертя між шийкою осі та підшипником буксового вузла наведено на рис. 2.

**Висновки.** Таким чином, економічний ефект від впровадження буксових вузлів нового покоління на електропоїзді серії ЕР9п в умовах експлуатації на ділянці Південної

залізниці складає за розрахунковий період (16 років) від 280 до 330 тис. грн залежно від відсотка зменшення коефіцієнта тертя між шийкою осі та підшипником буксового вузла, а період повернення капітальних вкладень на модернізацію електропоїзда та проведення науково-дослідницьких і дослідно-конструкторських робіт складає від 3,0 до 3,5 років.

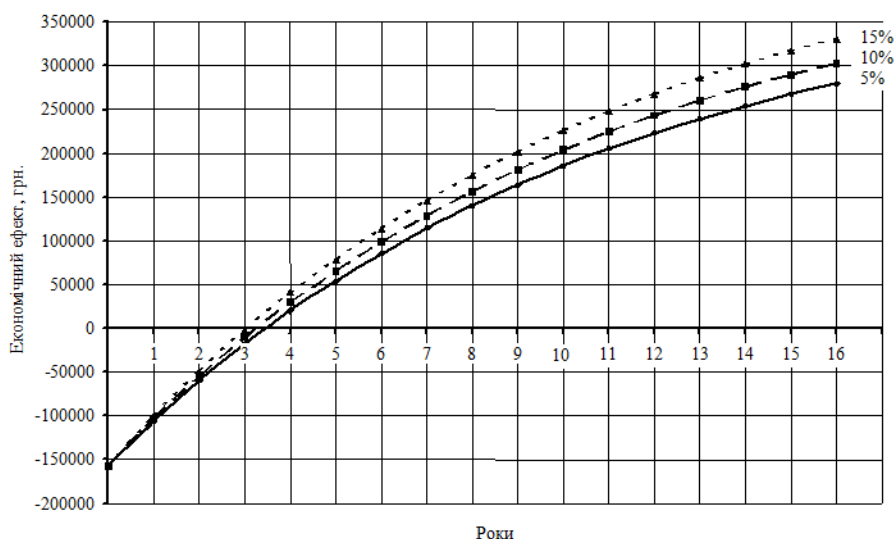


Рис. 1. Економічний ефект від впровадження буксових вузлів нового покоління на електропоїзді серії ЕР9п при різних значеннях зменшення коефіцієнта тертя між шийкою осі та підшипником буксового вузла

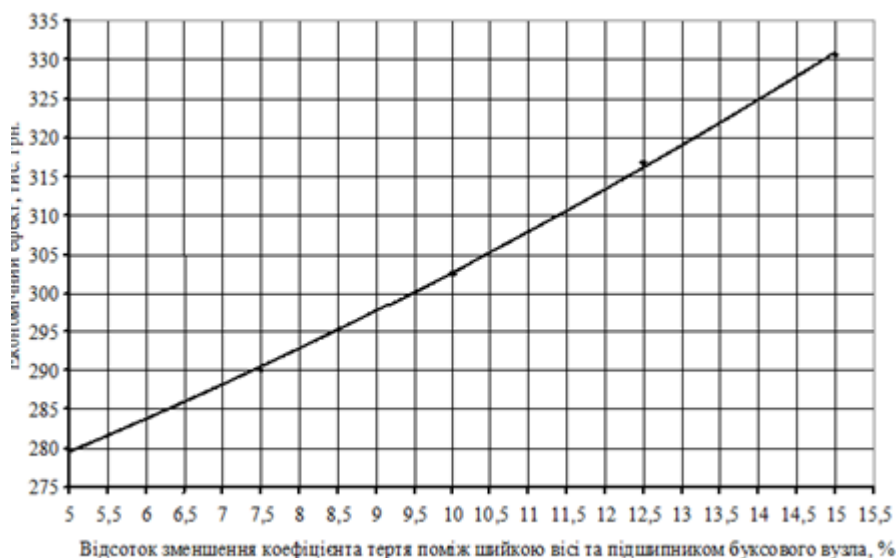


Рис. 2. Залежність економічного ефекту за розрахунковий період від впровадження буксових вузлів нового покоління на електропоїзді серії ЕР9п від відсотка зменшення коефіцієнта тертя між шийкою осі та підшипником буксового вузла

*Список літератури*

1. Амелина, А.А. Устройство и ремонт вагонных букс с роликовыми подшипниками [Текст] / А.А. Амелина. – М.: Транспорт, 1975. – 286 с.
2. Волков, Н.Н. Подшипники качения колесных пар вагонов и локомотивов [Текст] / Н. Н. Волков, Н. В. Родзевич. – М.: Машиностроение, 1972. – 168 с.
3. Шаронин, В.С. Исследование сопротивления движению грузовых и пассажирских вагонов на роликовых подшипниках [Текст] / В. С. Шаронин, Ю. М. Проскурина, В. Е. Пини // Вопросы перевода подвижного состава на роликовые подшипники. Труды ВНИИЖТ. – М.: Транспорт, 1961. – Вып. 221. – С. 25-45.
4. Ершков, Н.Д. Техничко-економическая эффективность перевода грузовых вагонов на роликовые подшипники [Текст] / Н.Д. Ершков // Вопросы перевода подвижного состава на роликовые подшипники. Труды ВНИИЖТ. – М.: Транспорт, 1961. – Вып. 221. – С. 46-56.
5. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов [Текст] / В.В. Косов, В.Н. Лившиц, А.Г. Шахназаров, Н.Г. Алешинская. – М.: Экономика, 2000. – 30 с.

**Ключові слова:** буксові вузли, моторвагонний рухомий склад, модернізація, надійність, підшипники, питомий опір.

*Анотації*

У статті розглянуто перспективи та економічну доцільність від заміни існуючих буксових вузлів моторвагонного рухомого складу на сучасні буксові вузли нового покоління. Наведено розрахунки економічного ефекту від зменшення питомого опору руху у підшипниках буксових вузлів.

В статье рассмотрены перспективы и экономическая целесообразность от замены существующих буксовых узлов моторвагонного подвижного состава на современные буксовые узлы нового поколения. Приведены расчеты экономического эффекта от уменьшения удельного сопротивления движению в подшипниках буксовых узлов.

The article considers the prospects and economic feasibility of replacing IP-existing axle assemblies railcar rolling stock on modern буксові nodes of a new generation. The calculation of economic effect from reducing the specific resistance movement in bearings axle assemblies.